

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09251961  
PUBLICATION DATE : 22-09-97

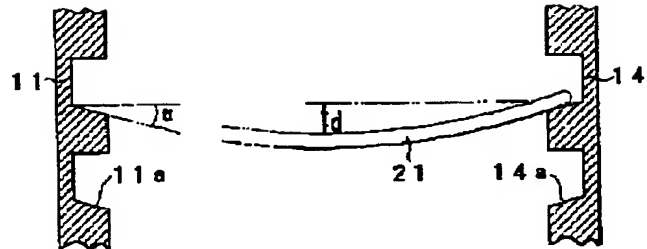
APPLICATION DATE : 15-03-96  
APPLICATION NUMBER : 08059742

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : HOSOKI YOSHISATO;

INT.CL. : H01L 21/22 B65G 49/07 H01L 21/31  
H01L 21/324 H01L 21/68 // H01L  
21/205

TITLE : HEAT-TREATING BOAT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent wafers from slipping in heat-treating thereof by placing the wafers on warp-adaptive slopes of wafer mounting parts.

SOLUTION: Posts 11-14 are connected by wafer mounting parts disposed at the same height as the posts to mount wafers 21. Slopes at an angle  $\alpha$  corresponding to the warp of the wafers 21 are formed on wafer mounting faces 11a, 14a of grooves of a boat. The wafers are mounted on the slopes and heat-treated. A wafer mounting table has a radius of curvature of 0.5mm or more and the wafer 21 is mounted on this curve face. Thus, it is possible to reduce the slip due to the warp of the wafer and the boat groove.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-251961

(43) 公開日 平成9年(1997)9月22日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/22	5 1 1		H 0 1 L 21/22	5 1 1 G
B 6 5 G 49/07			B 6 5 G 49/07	E
H 0 1 L 21/31			H 0 1 L 21/31	F
21/324			21/324	D
21/68			21/68	V

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-59742

(22) 出願日 平成8年(1996)3月15日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 沼 野 正 訓

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝川崎事業所内

(72) 発明者 有 働 祐 宗

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝川崎事業所内

(72) 発明者 細 木 芳 悟

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝川崎事業所内

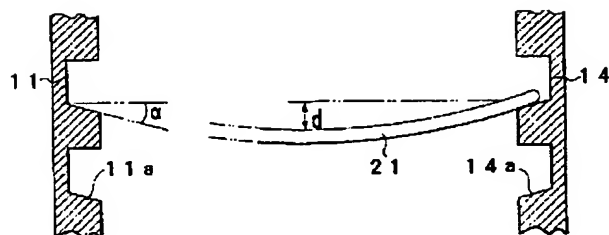
(74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 熱処理用ボート

(57) 【要約】

【課題】 熱処理過程においてウェーハに生じるスリップ、OSFを減少する

【解決手段】 ウェーハを水平に且つ縦方向に複数保持する熱処理用ボートにおいて、ウェーハ21を保持するボート4の載置部の載置面14aがウェーハ21の撓みに対応した傾斜角 $\alpha$ を有し、ウェーハと面で接触する。ウェーハの内部応力が減少してスリップが減少する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の支柱とこれ等の支柱同士を連結する連結部と、

各支柱の同じ高さ位置に配設されてウェーハを載置する複数のウェーハ載置部と、を備える熱処理用ポートであって、

各ウェーハ載置部は、前記ウェーハの撓みに対応した傾斜面を有し、この傾斜面上に前記ウェーハを載置する、ことを特徴とする熱処理用ポート。

【請求項2】複数の支柱とこれ等の支柱同士を連結する連結部と、

各支柱の同じ高さ位置に配設されてウェーハを載置する複数のウェーハ載置部と、を備える熱処理用ポートであって、

各ウェーハ載置部は、所定の曲率を有する曲面を有し、この曲面上に前記ウェーハを載置する、ことを特徴とする熱処理用ポート。

【請求項3】ウェーハを水平に載置する環状または円弧状のウェーハ載置台を上下方向に1つ又は複数保持する熱処理用ポートであって、

前記ウェーハ載置台は、前記ウェーハの撓みに対応した傾斜面を有し、この傾斜面上に前記ウェーハを載置する、

ことを特徴とする熱処理用ポート。

【請求項4】ウェーハを水平に載置する環状または円弧状のウェーハ載置台を上下方向に1つ又は複数保持する熱処理用ポートであって、

前記ウェーハ載置台は、所定の曲率を有する曲面を有し、この曲面上に前記ウェーハを載置する、ことを特徴とする熱処理用ポート。

【請求項5】前記ウェーハ載置部または前記ウェーハ載置台の傾斜面の傾斜角度 $\alpha$ は、ウェーハの半径を $R$ 、その自重による撓み量 $d$ から、 $\cos \alpha + (d/R) \alpha = 1$ の関係によって定められる、ことを特長とする請求項1または3記載の熱処理用ポート。

【請求項6】前記所定の曲率は、曲率半径が0.5mm以上である、ことを特長とする請求項2または4記載の熱処理用ポート。

【請求項7】前記ウェーハ載置台は、前記ウェーハの外縁を一周する囲み壁を有する、ことを特徴とする請求項3乃至6のいずれかに記載の熱処理用ポート。

【請求項8】前記ウェーハ載置台は、熱処理の際に載置台周縁に生じるガス流の乱れが前記ウェーハの外側に位置するように定められた、前記ウェーハよりも大きい外径を有する、

ことを特徴とする請求項3乃至7のいずれかに記載の熱処理用ポート。

【請求項9】上下に隣接するウェーハ載置台相互間の隙間が狭く設定され、ウェーハへのガス流の回り込みが抑制される、

ことを特徴とする請求項7または8記載の熱処理用ポート。

【請求項10】前記ウェーハ載置台が分割可能に形成される、

ことを特徴とする請求項3乃至8のいずれかに記載の熱処理用ポート。

【請求項11】ウェーハを水平に載置する環状のウェーハ載置台を上下方向に複数保持する熱処理用ポートであって、

前記ウェーハ載置台は、前記ウェーハの外縁を一周する囲み壁を有する、ことを特徴とする熱処理用ポート。

【請求項12】半径 $R$ のウェーハについて、その自重による撓み量 $d$ を求める過程と、

$\cos \alpha + (d/R) \alpha = 1$  の関係より、傾斜角度 $\alpha$ を求める過程と、

水平方向に対して傾斜角度 $\alpha$ 若しくはこの近傍値の傾きのウェーハ載置面を持つポートを選択する過程と、

選択されたポートにウェーハを載置して熱処理を行う過程と、

を含むウェーハの熱処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ウェーハを複数枚載置するポートに関し、特に、縦型拡散炉（熱処理装置）に使用されるポートの改良に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体装置の製造には、多数のプロセスが介在する。その一つに熱処理工程がある。熱処理工程は、表層への無欠陥層の形成、ゲッタリング、結晶化、酸化膜形成、不純物拡散等に用いられる、重要なプロセスである。この熱処理工程で用いられる炉、例えば、酸化や不純物拡散に用いられる拡散炉（酸化・拡散装置）には、現在、ウェーハ（シリコン基板）の大口径化に伴い、ウェーハを水平に積層した状態で熱処理する縦型の拡散炉が主に用いられている。この縦型拡散炉内に多数のウェーハを搬入し、あるいは搬出するためポートを用いる。

【0003】図18は、縦型拡散炉（熱処理炉）を概略的に説明する図であり、熱処理炉1の反応室2の内部に搬入されたポート4に載置されたウェーハ21は、反応室2の周囲に設けられたヒータ3によって加熱される。反応室2には、ガス導入管5を介してガス40が導入され、ガス排気管6から外部に排出される。

【0004】図19は、ポート4の構成例を示しており、支持柱11～14が連結部材15によって結合されている。各支持柱には同じ高さにウェーハ載置部としての溝11c～14cが形成されており、これ等の多数の溝内に複数のウェーハが載置される。

【0005】図14はポートの他の例を示している。同図において図19と対応する部分には同一の符号を付し

ている。同図(A)はボート4の平面図、同図(B)は、図14のa-b方向におけるボート4の断面図である。ウェーハはボート支柱11~14の同一平面上となる複数の横溝11c~14c内に水平に載置され、溝によって保持される。このような溝がボートの支柱に多数設けられ、多数のウェーハを溝内に載置する。ボートは、通常、石英( $\text{SiO}_2$ )、炭化シリコン( $\text{SiC}$ )等の材料で製造されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来のボートにウェーハを載置するとき、ウェーハはボートの支柱11~14の溝内に置かれて保持される。この溝はボートの支柱の延在方向に対して直角に形成されている。

【0007】ところで、拡散のような熱処理工程は800℃以上の高温で行われる。この過程でウェーハ内に温度分布が発生する。この温度分布により応力が生じ、この応力がある一定の臨界値を超えると、結晶欠陥であるスリップ(転位)が発生する。転位発生は高温になると急激に小さくなるため、小さい温度分布でも問題になる。また、同一の熱応力が加わる場合、高温程スリップが発生し易くなる。

【0008】ボートの溝にウェーハを水平に積層する場合、ウェーハをウェーハ外周の数点(通常4点)で保持する。ここで、ウェーハを水平に保持した場合、ウェーハの自重により、下方にくぼむ撓みが生ずる。この結果、図15に示すように、ウェーハはボートのウェーハ載置溝の角11b~14bと点で接触することになる。

【0009】応力は単位面積に作用する力であるから、点接触した場合、面で接触する場合に比べ、ボートからウェーハに加わる応力は大きくなる。このため、熱処理時にボート溝の接触応力によって結晶面のスリップが発生する。従来の150mmφのウェーハでは撓み量が小さくて、特に問題とならなかったものが、撓み量は半径の4条に比例するため、200mmφウェーハになると、撓み量が大きくなってスリップが顕著に発生する。このスリップ発生箇所は素子を形成すると、接合リーク等の原因となる。

【0010】図17は、他の不具合を説明するためのもので、同図(A)は、ウェーハ21をボート支柱11~14の溝に載置している状態を示す平面図である。また、同図(B)は、図(A)のa-b-c方向における断面図である。

【0011】通常、ウェーハの熱処理は熱処理炉内において、例えば、上方から下方に向かってガス40を流しながら行う。使用するガスは熱処理の目的によって異なるが、主として $\text{H}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$ (酸化膜形成の場合)等が用いられる。不純物拡散の場合には、これ等のガスを不純物化合物ガスのキャリアガスとしても使用する。熱処理は、複数のウェーハをボートの支持柱の溝にセットして行うので、ウェーハの支持柱近傍の部分とその他

の部分とでガス40の回り込み具合が異なる。また、ウェーハ相互間に回り込んだガス40の対流が生じ、対流の生じている部分とそうでない部分とで不純物の拡散状態が異なる。また、ウェーハ周囲のガス流の乱れ40aは、ウェーハに温度分布を生ぜしめ、スリップやOSF(表面積層欠陥)が生じる原因になる。

【0012】よって、本発明は、縦型の熱処理装置にウェーハを保持する際に、ボート溝がウェーハに与える接触応力を緩和して熱処理時にスリップが生じないような熱処理用ボートを提供することを目的とする。

【0013】また、本発明は、ボートに位置されたウェーハ間へガスの回り込みを抑制し、ウェーハ周辺におけるスリップやOSFの発生を減少することを他の目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の熱処理用ボートは、複数の支柱とこれ等の支柱同士を連結する連結部と、各支柱の同じ高さ位置に配設されてウェーハを載置する複数のウェーハ載置部と、を備える熱処理用ボートにおいて、各ウェーハ載置部は、ウェーハの撓みに対応した傾斜面を有し、この傾斜面上にウェーハを載置する、ことを特徴とする。

【0015】また、各ウェーハ載置部は、所定の曲率を有する曲面を有し、この曲面上に前記ウェーハを載置する、ことを特徴とする。

【0016】本発明の熱処理用ボートは、ウェーハを水平に載置する環状または円弧状のウェーハ載置台を上下方向に1つ又は複数保持する熱処理用ボートにおいて、ウェーハ載置台は、ウェーハの撓みに対応した傾斜面を有し、この傾斜面上にウェーハを載置する、ことを特徴とする。

【0017】また、各ウェーハ載置台は、所定の曲率を有する曲面を有し、この曲面上に前記ウェーハを載置する、ことを特徴とする。

【0018】更に、本発明の熱処理用ボートは、ウェーハを水平に載置する環状のウェーハ載置台を上下方向に1つ又は複数保持する熱処理用ボートにおいて、ウェーハ載置台はウェーハの外縁を一周する囲み壁を有する。

【0019】本発明のウェーハの熱処理方法は、半径Rのウェーハについてその自重による撓み量dを求める過程と、 $c \cos \alpha + (d/R) \alpha = 1$ の関係より、傾斜角度 $\alpha$ を求める過程と、水平方向に対して傾斜角度 $\alpha$ 若しくはこの近傍値の傾きのウェーハ載置面を持つボートを選択する過程と、選択されたボートにウェーハを載置して熱処理を行う過程と、を含む。

【0020】

【実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は、本発明の実施の形態の一例を示している。この例ではボートの平面形状は従来例と同様であるので、特徴が表れるボートの断面図を示し

ている。同図において図14(B)と対応する部分には同一符号を付している。

【0021】本発明においては、ウェーハ21の自重による撓みdに伴うボート溝の接触応力を緩和し、熱処理時の結晶面のスリップによる転位発生を防止するために、ボートに半径Rのウェーハを保持したときのウェーハ中心の撓み量dから、

$$\cos \alpha + (d/R) \alpha = 1 \quad \dots (1)$$

の関係によって得られる角度 $\alpha$ を求め、ボート溝のウェーハ載置面11a、…、14aが水平方向に対し、角度 $\alpha$ だけ傾いているボートを使用して熱(処理)工程を行う。

【0022】上記式(1)の導出について図2を参照して説明する。同図において、ウェーハがボートに載置されて円弧状に撓んでいるものとする。弧ABCはウェーハの撓み(断面)を表している。Oは円弧の中心、rは円弧の曲率半径、Rはウェーハの半径、Dは線分ACとOBの交点である。線分DBが撓みdに相当する。 $\alpha$ は接線AA' (載置面に相当する)と線分AD (水平方向に相当する)のなす角度である。

【0023】三角形OADにおいて、角度ODA (= 角度OAA') = 90度であるから、角度AOD =  $\alpha$ 、AB = r、 $\alpha = R$  であるから、

$$r = R / \alpha \quad \dots (2)$$

また、BO = BD + DO = r より、 $d + r \cos \alpha = r$  であるから、

$$\cos \alpha + d/r = 1 \quad \dots (3)$$

(3) 式に(2) 式を代入すると、 $\cos \alpha + d \cdot \alpha / R = 1$  となって、ウェーハが撓んだ状態における関係を示す(1) 式が導出される。この(1) 式において、曲率半径は定数であるから、撓み量dを測定することによって角度 $\alpha$ が求められる。ウェーハを載置する面の傾斜が角度 $\alpha$ あるいは後述するようにそれよりも少し大きいものを選択することによって、ウェーハは面接触によってボートで支持される。

【0024】本発明の実施例について説明する。まず、ウェーハとしていわゆるCZ法で育成された面方位(100)の200mm $\phi$ 、厚さ725 $\mu$ m、の鏡面ウェーハを用いた。この熱処理では、200mm $\phi$ のウェーハ21をボートに載置したときのウェーハ中心の撓み量dを求めると、0.09mmであるので、ボートの溝は載置面と水平との角度 $\alpha$ を、 $\cos \alpha + (d/R) \alpha = 1$  より求めた、0.10度傾けたものを用いた。

【0025】このボートにウェーハを載置し、縦型の熱処理炉に800℃にて導入した。その後、水素(H<sub>2</sub>)雰囲気中で1200℃まで昇温し、1200℃で1時間熱処理を行った。その後800℃まで降温し、熱処理炉から取り出した。

【0026】従来例のサンプルとして、実施例と同じ200mm $\phi$ のCZ基板(ウェーハ)を図14に示す従来

のボートに載置し、実施例と同様の条件で熱処理を行った。従来のボートは溝内のウェーハ載置面が水平方向となす角度は0度である。実施例、従来例共にボートの材質は石英で同じである。

【0027】従来例のボート、実施例のボートを用いて熱処理を行ったウェーハをX線Lang法(Moka (220) 反射)にてウェーハに生じたスリップを評価した。これを図16に示す。同図において、11~14は、ボートの支柱11~14が存在した位置を示す。

【0028】従来のボートを使用した場合は、ボートの接触部(2ヶ所)からスリップ21aが0~5cm程度生じている。スリップ発生の傾向は、ウェーハ周辺の少し内側のところにスリップ発生の起点が見られる。この起点はウェーハとボートの溝部との接触部分11b、14bに対応している。通常、熱処理時に熱応力によって発生するスリップはウェーハの外周(エッジ)を起点に発生するので、ボートとの接触応力が加わってスリップが生じたことが判る。

【0029】これに対し、本発明に係るボートを使用した場合には、ウェーハへのスリップの発生は見受けられなかった。

【0030】このように、ボートの溝のウェーハ載置面にウェーハの撓み量に対応した角度の傾斜面を形成する。従来技術では熱処理中にウェーハと点接触になって応力が一点に集中し、スリップが発生するが、本発明では、面接触とすることによって、応力の一点集中を回避することができる。

【0031】次に、第2の実施例について説明する。この実施例では、上記実施例と同じウェーハを使用し、ボートの載置面の傾斜角度 $\alpha$ を2度に傾けたボートを使用して1200℃、1時間の同じ条件の熱処理を行った。このウェーハをX線Lang法により、同様に評価した。その結果、第1の実施例と同様に、スリップの発生は見られなかった。

【0032】これは、ボート溝の載置面の傾斜角度 $\alpha$ をウェーハの撓み量に応じた角度以上の角度に設定することによって、溝のエッジがウェーハに点接触することが回避されたためと考えられる。通常、ウェーハは断面形状が円弧状(半円)であるベベル部で溝の載置面に接触することになる。このため、従来のボートに比し、接触面積が増して、接触応力が減少し、スリップの発生が防止される。

【0033】このように、ボートの溝のウェーハ載置面の傾斜をウェーハの撓み量dに対応した角度 $\alpha$ に設定することが好ましいが、実用上、ウェーハ載置面の傾斜を角度 $\alpha$ より大きい角度であればスリップ発生防止の効果が得られる。

【0034】図3に、第2の実施の形態を示す。同図において図17と対応する部分には同一符号を付している。この実施の形態では、ウェーハの縁を囲む環状のサ

セプタ(台)にウェーハを載置してボートに載せる。図3(A)は、ボートにウェーハを載せた状態の平面図、同図(B)は、同図(A)のa-b-c方向における断面図である。

【0035】ウェーハ21はサセプタ31の内側に傾斜した載置面31a上に載置される。載置面31aの傾斜角度 $\alpha$ は前述した式(1)に基づいて定められており、上述した実施例と同様に応力によるスリップの発生を抑制する効果を発揮する。

【0036】サセプタ31は、全体が環状に形成されており、更に、その径方向における断面形状が、内周側31bに載置面があり、外周側が壁31cとなるような、内側を向く“L”字状となっている。この例では、サセプタの壁31cは、その上端面が載置したウェーハ21の上面よりも高い位置になるように形成され、また、ウェーハ21の外縁を一周するように形成されている。なお、断面形状は“L”字状に限定されるものではなく、例えば、“逆T”字状であっても良い。ウェーハ21を載置した各サセプタ31相互間の間隔は従来のボート載置の場合に比べて狭く設定される。

【0037】このような構造のサセプタを使用することにより、ガスの回り込みや、回り込みに起因する対流が抑制される。特に、ウェーハを反応させずに熱処理を行う場合に都合がよい。

【0038】図4は、第3の実施の形態を示している。同図において図17と対応する部分には同一符号を付している。この実施の形態も、ウェーハを環状のサセプタ(台)に載置してボートに載せるが、サセプタ外径はウェーハの外径よりも大きい。図4(A)は、ボートにウェーハを載せた状態の平面図、同図(B)は、同図(A)のa-b-c方向における断面図である。

【0039】ウェーハ21はサセプタ31の内側に傾斜した載置面31a上に載置される。載置面31aの傾斜角度 $\alpha$ は前述した式(1)に基づいて定められており、上述した実施例と同様に応力によるスリップの発生を抑制する効果を発揮する。

【0040】この例では、上述したように、サセプタ31の径がウェーハ21の径よりも十分に大きく形成される。このため、サセプタ31の外周側に生じ得るガスの回り込み40aや、回り込みに起因する対流による影響がウェーハ21までは及ばない。

【0041】上述したサセプタを使用してウェーハをボートに載置する方法について図5を参照して説明する。ここでは、2つの例について説明する。第1の例では、図5(A)に示すように、ウェーハ21を環状のサセプタ31に載置する。その後、ボートの支柱11~14の各々に一定ピッチで設けられた複数の溝や穴(図示せず)を利用して、サセプタ31を当該溝等に嵌合あるいは係合する。これにより、図5(C)に示すように、ウェーハ21がサセプタ31を介してボートに載置され

る。同様にして、複数のウェーハがボートに載置される。

【0042】第2の例では、図5(B)に示すように、ボートとサセプタとを一体的に構成する。そして、サセプタ31を本体側31Aと分割片31Bとに分離可能に形成する。この場合には、分割片31Bを外して、ウェーハ21を本体側のサセプタ31Aに載置する。その後、分割片31Bの挿入ピン31cをサセプタ31Aに形成された穴(図示せず)に嵌合して閉じる。これにより、図5(C)に示すように、ウェーハ21がサセプタ31を介してボートに載置される。同様にして、複数のウェーハがサセプタを介してボートに載置される。

【0043】次に、傾斜面を有するサセプタを用いた場合の実験結果について説明する。ボートの溝ピッチは6.3mm、ウェーハ径は200mmのものを使用して、従来のボートと図3及び図4記載のボートとを比較した。各ボートにはウェーハを100枚載置できる。

【0044】図3に示すサセプタの寸法は、直径206mm、高さ4mm、隣接するサセプタとの隙間2.3mm、ウェーハの撓みに応じた載置面の傾斜角 $\alpha$ を0.1度にする。図4に示すサセプタは、直径220mm、高さ2mm、傾斜角 $\alpha$ を0.1度とした。従来型を含む三種類のボートに、面方位(100)、P型、抵抗 $\rho=4\sim6\Omega\text{cm}$ 、酸素濃度( $\text{O}_2$ ) $=12.5\sim13.5\%$ の鏡面ウェーハを100枚ずつ載置した。

【0045】ボートを縦型拡散炉に入れ、水素雰囲気中で熱処理を行った。水素ガスの流量は10l/min、800℃で炉に搬入し、水素ガスに置換後1000℃までは15℃/min、1200℃までは3℃/minで昇温した。1200℃で1時間熱処理を行った後、昇温時と同じく1000℃までは3℃/min、800℃までは15℃/minで降温し、炉内のガスを窒素ガスに置換した後、ウェーハを搬出した。アニール後のウェーハを各ボートから20枚ずつ抜き取り、10枚をX線Lang法でスリップの評価を行った。残りの10枚については酸素雰囲気中で、780℃で3時間、1000℃で10時間のアニールを行った後、ライト(Wright)液で1分間エッチングし、OSF(表面積層欠陥)を観察した。

【0046】その結果、従来のボートを用いたウェーハの熱処理では、図13(A)に示すように、ウェーハ21に、ボートのロッドが接触した部分から最大30mmのスリップ21aが発生した。また、外周3~5mmのところを最大密度 $5\times10^3$ 個/cm<sup>2</sup>のOSF21bが常状に発生した。

【0047】これに対し、図3及び4に示すサセプタを用いたウェーハの熱処理では、図13(B)に示すように、スリップ及びOSFは発生しなかった。これは、ウェーハがサセプタのウェーハの撓みを考慮した傾斜面に

面接触し、ウェーハの自重が分散して内部応力が減少したためスリップが抑制されたと考えられる。また、ガスの回り込みが抑制されて水素ガス中の不純物による汚染が回避されOSFが発生しなかったと考えられる。更に、このような熱処理を行ったウェーハにICを製造した。従来のボートを使用してウェーハの熱処理を行ったものには、外周部のチップに不良が多発したが、本願のボートを使用したものにはそのように傾向は見られなかった。

【0048】このようにウェーハを載置する面をウェーハの自重による撓みを考慮して傾斜面とし、面接触によってウェーハを載置(保持)することによって、スリップの発生を抑制することが可能となる。更に、炉内のガス流を考慮したサセプタを使用してウェーハの表面近傍でガス流の乱れが生じないようにすることでスリップの発生とOSFの発生とを同時に抑制することが可能となる。

【0049】なお、実施の形態では、サセプタを環状としたが、ウェーハの撓みによるスリップ発生の抑制を主たる目的とする場合には、サセプタを円弧状とすることができる。

【0050】次に、第4の実施の形態について図6～図12を参照して説明する。まず、ボート載置部のコーナ(エッジ)部分11b～14bから内部応力によって200mmφウェーハに発生する転位の抑制を実現するために、ウェーハを載置する部分11c～14cを球面と仮定した場合に、球半径とウェーハに作用する分解剪断力との関係を調べた。この結果を図6のグラフに示す。

【0051】同図において、白丸のプロットは150mmφウェーハの場合を、黒丸のプロットは200mmφウェーハの場合を示す。これより、球半径を0.6mmの近傍にすると、分解剪断応力値が60MPaであることが判った。そして、球半径が0.6mm以下の場合には、剪断応力が大きく増えるためウェーハに転位が生ずると推定される。球半径が0.6mm以上の場合には剪断応力が緩和されるので転位は減少すると推定される。

【0052】そこで、ボートのウェーハの載置溝のウェーハと接触するコーナ部分11b～14bを種々の曲率半径としたものを作成した。これを図7及び図8に示す。両図において、図15と対応する部分には同一符号を付し、かかる部分の説明は省略する。これ等のボートに200mmφのウェーハを載置し、前述した縦型熱処理炉によってウェーハに所定の熱処理を行った。熱処理されたウェーハの転位の発生状態をX線トポグラフィによって観察した。その結果を図10に示す。同図において、横軸はコーナの曲率半径を、縦軸は生じた転位(スリップ)の長さを表している。ウェーハを載置する面のコーナ部の曲率を0.6mm以上にしてボートを形成するとスリップ(転位)の発生が抑制されることが確認された。また、従来のボートにおいては、ウェーハの裏面

側から発生したスリップがウェーハの表面側に至るスリップも見受けられたが、曲率を0.6mm以上にした場合には、ウェーハの裏面側にスリップが発生しても表面側にまで至るようなことはなくなった。

【0053】なお、ウェーハの載置面の形状は図7及び図8(A)に示す断面方向においてのみならず、図8(B)に示すように、ウェーハ載置面11aの上面から見たコーナにも曲率を設けることとしても良い。図9は、ウェーハ載置面14aのコーナ部が14bが三次元の曲面を持つ場合を示している。

【0054】図11及び図12は、それぞれ図3(B)及び図4(B)のウェーハ21をサセプタ31に載置する前述の実施の形態に適用した例を示している。サセプタの載置面をウェーハの撓みに応じた傾斜面とする代わりに、載置面31aのコーナが所定の曲率半径、例えば、0.6mm以上の曲率半径を持つサセプタとする。この実施の形態によっても上記実施の形態と同様に、載置面のコーナに起因するスリップ発生の抑制、ガス流の乱れによる温度差に起因するスリップやOSF発生等の不具合の解消が可能となる。

#### 【0055】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のボートを使用することによって、ウェーハを水平に載置して熱処理を行う従来の場合に比べて、ウェーハの撓みとボート溝に起因してウェーハに生じるスリップの発生を減少することが可能となる。これは特にウェーハの降伏応力が小さくなる1000℃以上の高温熱処理で効果的である。

【0056】また、本発明の載置面の傾斜あるいは曲面によるスリップ発生の抑制とガス流の回り込み防止とが図られたサセプタを使用するボートでは、更にウェーハ近傍へのガスの回り込みも抑制されてOSFが減少して好ましい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の自重により撓むウェーハを面接触で載置するボートを説明する説明図である。

【図2】関係式の導出を説明する説明図である。

【図3】ウェーハの載置面がウェーハの撓みに応じた傾斜となり、更にウェーハを囲む壁を有するサセプタを介してウェーハをボートに載置する例を説明する説明図である。

【図4】ウェーハの載置面がウェーハの撓みに応じた傾斜となり、更にウェーハよりも一回り径の大きいサセプタを介してウェーハをボートに載置する例を説明する説明図である。

【図5】ウェーハを載置したサセプタをボードに組み合わせる例を示す説明図である。

【図6】ウェーハを載置する載置部を球状とした場合の球半径と剪断応力との関係を示すグラフである。

【図7】本発明の自重により撓むウェーハを曲面接触で



載置するボートの例を説明する説明図である。

【図8】本発明の自重により撓むウェーハを曲面接触で載置するボートの他の例を説明する説明図である。

【図9】本発明の自重により撓むウェーハを曲面接触で載置するボートの例を説明する斜視図である。

【図10】ウェーハを曲面に載置した場合の載置面の曲率半径と発生するスリップの長さとの関係を示すグラフである。

【図11】ウェーハを載置する載置台の載置面のコーナを曲面で形成した例を示す説明図である。

【図12】ウェーハを載置する載置台の載置面のコーナを曲面で形成した他の例を示す説明図である。

【図13】従来のボートと本願のボートとを用いた場合の結果を説明する説明図である。

【図14】従来のボートを説明する説明図である。

【図15】従来のボートにおける不具合の発生を説明する説明図である。

【図16】ウェーハに発生するスリップを説明する説明図である。

【図17】従来のボートにおける不具合の発生を説明する説明図である。

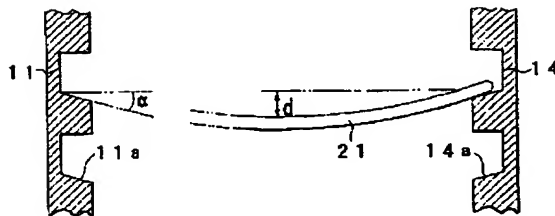
【図18】縦型熱処理炉の例を説明する説明図である。

【図19】縦型炉用熱処理ボートの例を示す説明図である。

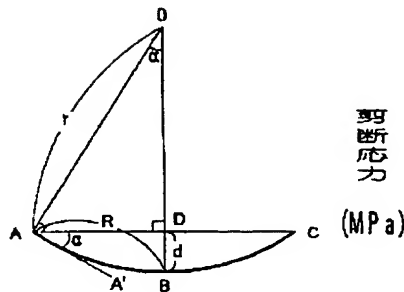
【符号の説明】

- 1 熱処理炉
- 2 反応室
- 3 ヒータ
- 4 ボート
- 5 ガス導入管
- 6 ガス排出管
- 11～14 ボートの支柱（ロッド）
- 11a、14a ウェーハ載置面
- 11b～14b ウェーハ載置面のコーナ部
- 11c 支持柱の溝部
- 15 支持柱連結部材
- 21 ウェーハ
- 21a スリップ
- 21b OSF
- 31 サセプタ
- 31c 囲み壁
- 40 ガス流
- 40a ガス流の回り込み

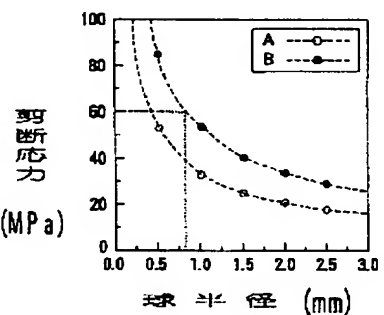
【図1】



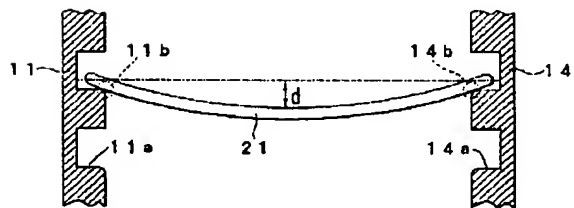
【図2】



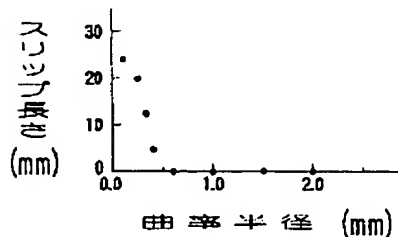
【図6】



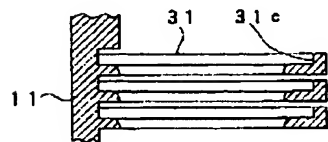
【図7】



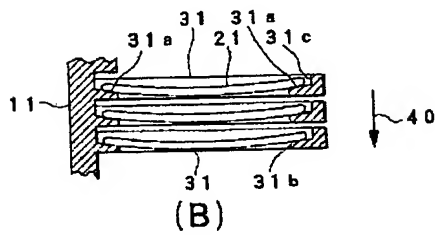
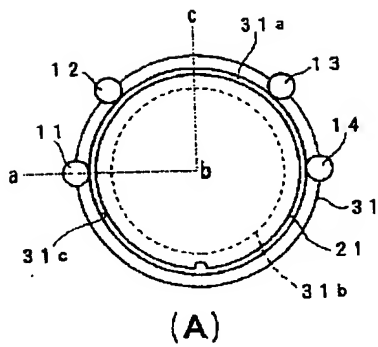
【図10】



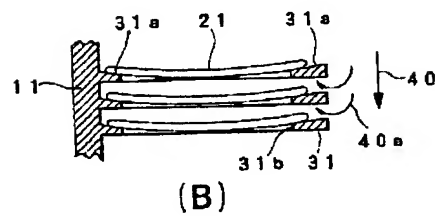
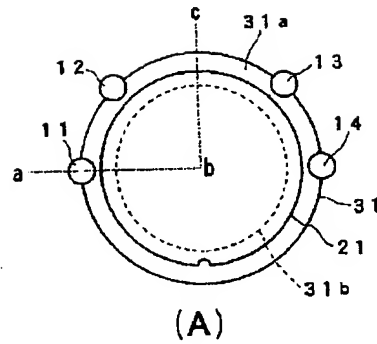
【図11】



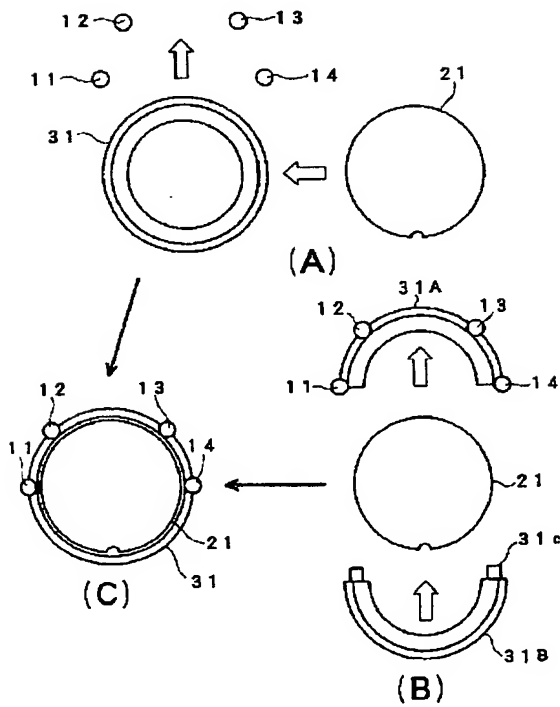
【図3】



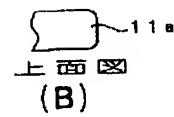
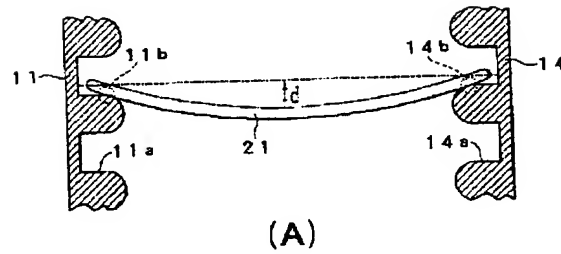
【図4】



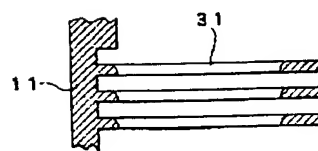
【図5】



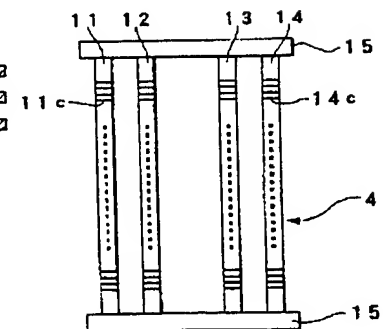
【図8】



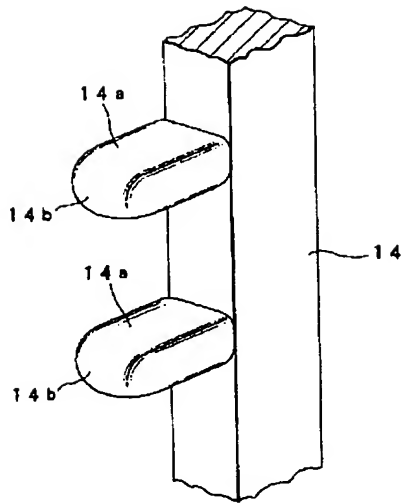
【図12】



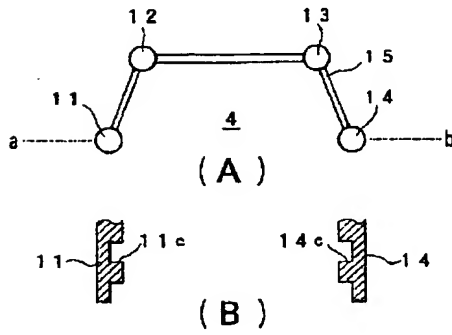
【図19】



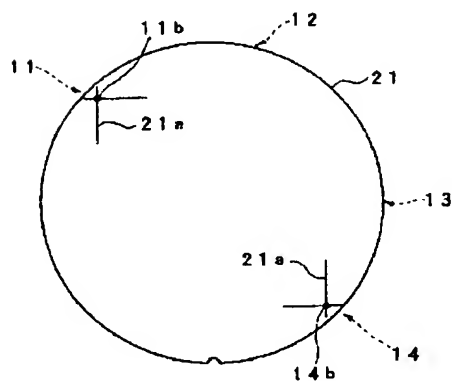
【図9】



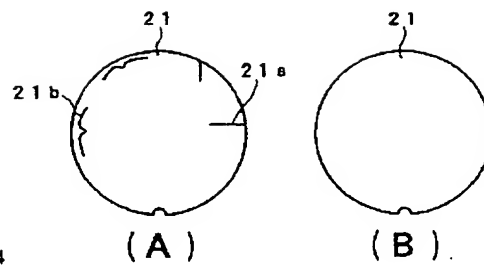
【図14】



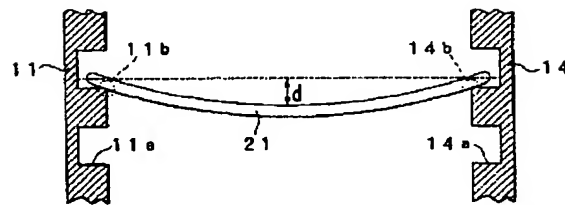
【図16】



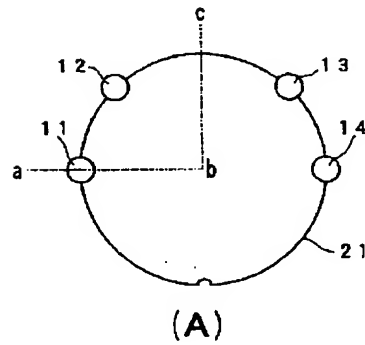
【図13】



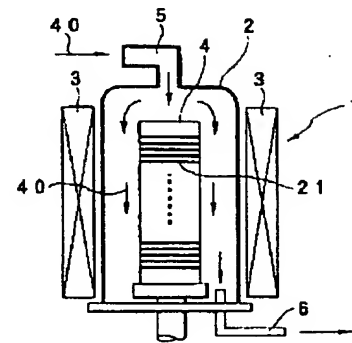
【図15】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

// H 0 1 L 21/205

識別記号

序内整理番号

F 1

H 0 1 L 21/205

技術表示箇所